



(8)'

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05082607 A

(43) Date of publication of application: 02 . 04 . 93

(51) Int. Cl

**H01L 21/66**

(21) Application number: 03241549

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(22) Date of filing: 20 . 09 . 91

(72) Inventor: YAMABE MASAKI  
HONJO ICHIRO  
SUGISHIMA KENJI

## (54) PATTERN INSPECTING DEVICE

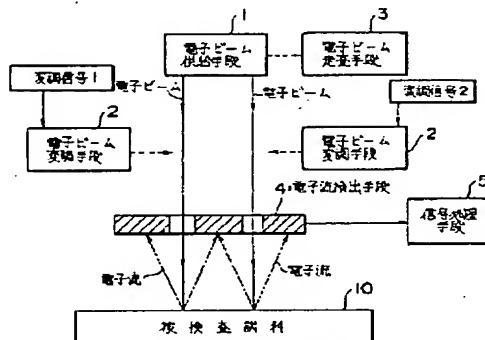
signal of excellent S/N is provided and the accurate inspection is allowed in a short time.

## (57) Abstract:

PURPOSE: To shorten inspecting time and provide a pattern signal of excellent S/N by scanning the irradiation areas of a sample to be inspected by using electronic beams which are modulated to have different patterns.

CONSTITUTION: The device is provided with an electronic beam supplying means 1, which supplies the plurality of areas of a sample 10 to be tested with electronic beams, an electronic beam modulating means 2 which modulates beams by modulation signals of different signal patterns, an electronic beam scanning means 3 which successively shifts the irradiating position of the electronic beams, electron current detecting means 4 which detects electron current, which has information of the structures of irradiation areas, from the sample 10 to be inspected and a signal processing means 5, which takes out the signal of the structure of the irradiating areas from the outputted signal. Since the plurality of the irradiating areas are simultaneously scanned by the electronic beams, the high-speed inspection is allowed, signal interference caused by the electronic beams by the adjacent irradiation areas is eliminated, the shape

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio



(8)

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-82607

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 01 L 21/66識別記号  
C 7013-4M  
J 7013-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-241549

(22)出願日 平成3年(1991)9月20日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 山部 正樹

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 本荘 一郎

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 杉島 賢次

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井桁 貞一

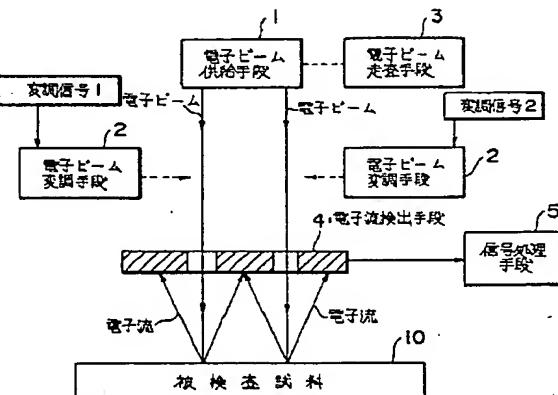
(54)【発明の名称】 パターン検査装置

(57)【要約】

【目的】パターン検査装置に関し、検査速度の向上及び正確な検査を目的とする。

【構成】被検査試料の複数の照射領域に夫々照射される電子ビームを供給する電子ビーム供給手段と、各電子ビームを相互に異なる信号パターンを有する各変調信号によって夫々変調する電子ビーム変調手段と、各電子ビームの照射位置を順次移動させる電子ビーム走査手段と、被検査試料の各照射領域の構造に関する情報を含み電子ビームにより生ずる被検査試料からの電子流を検出する電子流検出手段と、電子流検出手段の出力信号から各照射領域の構造に関する信号を取り出す信号処理手段とを備えるように構成する。

本発明の原理図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査試料(10)の複数の照射領域に夫々照射される電子ビームを供給する電子ビーム供給手段(1)と、前記各電子ビームを相互に異なる信号パターンを有する各変調信号によって夫々変調する電子ビーム変調手段(2)と、前記各電子ビームの照射位置を順次移動させる電子ビーム走査手段(3)と、前記被検査試料(10)の前記各照射領域の構造に関する情報を含み前記電子ビームにより生ずる前記被検査試料(10)からの電子流を検出する電子流検出手段(4)と前記電子流検出手段(4)の出力信号から前記各照射領域の構造に関する信号を取り出す信号処理手段(5)とを備えることを特徴とするパターン検査装置。

【請求項2】前記信号処理手段(5)は、前記電子流検出手段(4)の出力信号から前記変調信号を参照信号として前記各照射領域毎の構造に関する前記情報を弁別する信号弁別部(54)を備えることを特徴とする請求項1記載のパターン検査装置。

【請求項3】前記電子ビーム走査手段(3)が静電偏向電極(31、32)を備えることを特徴とする請求項1又は2記載のパターン検査装置。

【請求項4】前記電子ビーム走査手段(3)が、前記電子ビーム供給手段(1)及び前記被検査試料(10)の少なくとも一方を移動させる機械的走査手段を備えることを特徴とする請求項1乃至3の一に記載のパターン検査装置。

【請求項5】前記機械的走査手段が、圧電振動子の作動により少なくとも一方向に移動する微小ステージを備えることを特徴とする請求項4記載のパターン検査装置。

【請求項6】前記電子ビーム供給手段(1)が、前記各照射領域に対応した範囲に夫々電子を放出する電子エミッタ(111、112)及び該各放出された電子を夫々集束させる集束電極(12)を備えることを特徴とする請求項1乃至5の一に記載のパターン検査装置。

【請求項7】前記電子ビーム供給手段(1)が、所定範囲に一様に電子を放出する電子放出手段(17)と、前記被検査試料の前記各照射領域に対応して配され前記電子放出手段(17)からの電子を夫々導入する微小開口(181、182)及び該各導入された電子を夫々集束させる集束電極(121～123)とから構成されることを特徴とする請求項1乃至5の一に記載のパターン検査装置。

【請求項8】前記各変調信号が、相互に異なるパルス幅と相互に同じ繰返し周期とを有するパルス信号であることを特徴とする請求項1乃至7の一に記載のパターン検査装置。

【請求項9】前記各変調信号が、相互に同じ繰返し周期を有し異なる時期にパルス頂部を有するパルス信号であ

2

ることを特徴とする請求項1乃至7の一に記載のバターン検査装置。

【請求項10】前記信号処理手段(5)は、前記各照射領域のバターン情報を並列に画像処理する画像処理部(55)を備えることを特徴とする請求項1～9の一に記載のバターン検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、バターン検査装置に関し、更に詳しくは、半導体基板上に微細回路バターンを転写する露光技術に用いられるマスク、レチクル等のマスクバターン或いはウエハ上に形成された微細回路バターンを検査するためのバターン検査装置に関する。

【0002】半導体基板上に微細回路バターンを転写する方法として、従来から、例えば紫外光を光源に採用し、マスクバターンが描かれたマスク等を用いて、ステップアンドリピート方式によって大口径のウエハ上にマスクバターンを転写する方法が一般的に採用されている。

【0003】上記の場合、マスクバターンの疵やマスク上に付着した異物は、形成される回路バターンの不良の原因になるため、これら疵或いは異物付着の有無を検査する必要が有り、また、マスクバターンを介してウエハ上に形成された回路バターンについてもその良否を検査する必要があり、これらは一般にバターン検査と呼ばれる。

【0004】上記バターン検査においては、従来光学顕微鏡等の光学方式が採用されてきたが、バターンの微細化に伴い光源の波長を短くしてその分解能を向上させる要請が強くなってきた。このため、近年電子ビームを利用したバターン検査技術が提案され、その開発が進められている。

## 【0005】

【従来の技術】電子ビームを利用したバターン検査では、マスク或いはウエハ等の被検査試料上で電子ビームを照射しながらこの電子ビームによって被検査試料上を順次走査し、電子ビームによってその照射部から生ずる電子流を検出部に入射させる。検出部に入射する電子流は、バターンに関する形状情報を含んでおり、この電子流から成る信号からバターン情報を時系列的に得られる。

【0006】上記被検査試料の照射部から検出部に入射する電子流には、被検査試料の形状の相違によって検出部に対する入射方向が異なる二次電子や被検査試料の材質及び形状によってその量が異なる反射電子、或いは、被検査試料が薄膜マスク、X線マスク等の場合にはバターンによって透過する量が変化する透過電子の何れもが利用され、これら各電子によって、マスクバターンの平面形状及びウエハの凹凸等の立体形状が認識される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記電子ビームによるパターン検査においては、マスク或いはウェハ面上における電子ビームの走査を介して時系列的な形状情報を得るものであるため、パターンが微細であり、且つ、チップ容量が大きい場合には、検査すべき情報量が膨大であることから、たとえ検出部から得られた信号を処理する信号処理回路の動作を高速化しても、その検査速度の向上には限界があり、検査に要する時間が長いことが問題となっていた。

【0008】本発明は、前記従来のパターン検査についての問題に鑑み、パターン検査に要する時間をできるだけ短縮可能なパターン検査装置を提供することを目的とする。

【0009】本願出願人は既に、上記検査速度に関する問題を解決するため、先願として、被検査試料の各照射領域に対応して二次元的に配列された各電子ビーム発生部及び各電子ビームに対応して配される電子流検出部を採用することによって、被検査試料の各照射領域を並列的に走査して検査速度の向上が可能な改良されたパターン検査装置について出願している（出願番号平3-137692号）。

【0010】ところが、上記並列的に走査を行う電子ビームによるパターン検査装置の場合、相互に隣接する各照射領域から夫々対応する電子流検出部に入射すべき各電子流が相互に干渉し合い、このため、各照射領域の境界附近で得られる信号においては良好なS/N比が得られ難いという事情がある。

【0011】本発明は、前記先願のパターン検査装置における前記事情に鑑み、前記検査時間短縮の目的達成に際して更に、被検査試料の何れの照射部分においてもS/N比の良好なパターン信号を得ることができるように改良されたパターン検査装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を達成するための手段】図1は、本発明の原理図である。同図において、1は電子ビーム供給手段、2は電子ビーム変調手段、3は電子ビーム走査手段、4は電子流検出手段、5は信号処理手段、10は被検査試料である。なお、同図では、電子ビームが二つの場合を例示し、また、電子ビーム走査手段3は電子ビーム供給手段1を移動させる機械的走査手段として例示した。

【0013】前記目的を達成するため、本発明のパターン検査装置は、被検査試料（10）の複数の照射領域に夫々照射される電子ビームを供給する電子ビーム供給手段（1）と、前記各電子ビームを相互に異なる信号パターンを有する各変調信号によって夫々変調する電子ビーム変調手段（2）と、前記各電子ビームの照射位置を順次移動させる電子ビーム走査手段（3）と、前記被検査試料（10）の前記各照射領域の構造に関する情報を含み前記電子ビームにより生ずる前記被検査試料（10）

10

20

30

40

50

からの電子流を検出する電子流検出手段（4）と前記電子流検出手段（4）の出力信号から前記各照射領域の構造に関する信号を取り出す信号処理手段（5）とを備えることを特徴とするものである。

#### 【0014】

【作用】電子ビーム供給手段1を介して供給された各電子ビームは、電子ビーム変調手段2を介して相互にパターンが異なる変調信号によって夫々変調され、更に走査手段3を介して被検査試料の各照射領域上で走査されることとなり、電子ビームの照射を介して各照射領域に生ずる電子流は、各照射領域に共通の電子流検出手段4に入射することで纏められた後、信号処理手段5に入力され、該信号処理手段5によって各照射領域毎の構造に関する信号として得られる。

#### 【0015】

【実施例】図面を参照して本発明を更に説明する。図2は、本発明の一実施例のパターン検査装置の構成を示す模式図である。同図において、電子ビーム供給手段の一部を構成する電子ビーム発生部11は、複数の電子エミッタ111、112を同一平面上に備え、夫々の電子エミッタ111、112から電子ビーム61、62を放出する。この電子ビーム61、62は、信号処理部5から変調信号を夫々受ける電子ビーム変調手段を構成する変調電極21、22によって変調される。

【0016】電子ビーム61、62は、更に各電子ビームを夫々微小範囲に集束させる共通の集束電極12並びに各電子ビーム61、62毎に配された偏向電極31、32を通過して被検査試料10に達する。集束電極12は電子ビーム供給手段の一部を構成する。偏向電極31、32は夫々、電子ビーム61、62を被検査試料10の各照射領域101、102において順次移動させて、各照射領域101、102の走査を同時に行う。

【0017】被検査試料10は、試料台9上に固定支持され、試料台9は、X-Y及びZステージを介してX、Y及びZ方向に移動可能である。X-Y及びZステージは、夫々対応する駆動モータによってボールネジ等を介して駆動される。偏向電極31、32による電子ビームの各照射領域101、102における走査が終了すると、被検査試料10の別の照射領域の走査を行うためにX-Yステージ用のモータが駆動される。

【0018】被検査試料10の上部には、電子ビーム61、62が各照射領域101、102に照射されることによって生ずる反射電子71、72をまとめて検出する共通の電子流検出部4が設けられている。電子流検出部4の出力は信号処理部5に入力される。

【0019】信号処理部5は、このパターン検査装置の全体を制御するCPU51、アンプ57、58を介して各変調電極21、22に夫々変調信号を与える変調信号発生部52、53、電子流検出部4からアンプ59を介してその出力を受け、前記変調信号発生部52、53か

ら前記各変調信号を参照信号として各照射領域101、102毎の形状信号を弁別する信号弁別部54、信号弁別部54の出力を受けてこれを二値信号の画像信号に交換処理する画像処理部55、並びに、この画像信号を記憶する記憶部56から構成される。

【0020】図3は、上記実施例のパターン検査装置における各信号を説明するための信号波形図である。この実施例の場合、同図(a)及び(b)に示した各変調信号は相互に繰返し周波数が等しく且つそのパルス頂部が交互に生起するパルス信号である。即ちこの実施例は、時分割多重化による信号処理が行われる例である。

【0021】各照射領域から入射し、電子流検出部4において纏められた電子流における信号は同図(c)に信号弁別部入力として示されている。即ち、変調信号1のパルスがHレベルに在るときは照射領域101の形状信号を、変調信号2のパルスがHレベルに在るときは照射領域102の形状信号を、夫々有する信号である。

【0022】信号弁別部54において、変調信号1を参照信号として弁別されることにより、照射領域101の形状信号として同図(d)の出力1が得られ、また、変調信号2を参照信号として弁別されることにより、照射領域102の形状信号として同図(e)の出力2が得られる。この各出力の振幅が各照射領域101、102毎のパターンを示すものであり、これらは信号弁別部54によって弁別処理され、また画像処理部55において夫々並列的にデジタル信号に変換される。

【0023】画像処理部55の出力は、記憶部56においてデジタル画像情報として記憶されると共に、該記憶部56に後続して配される図示しない別の信号処理部を介しての信号処理が従来と同様に行われ、パターン検査が実行される。

【0024】使用される信号周波数について例示する。個々の電子ビームが変調電極による変調を受けている時間、即ち変調電極における電子の滞在時間が $500n\text{秒}$ (ナノ秒)である場合には、変調信号の繰返し周波数は約2MHzが採用される。この場合、本発明に基づいて並列に照射される照射領域の総数を100とし、前記実施例の時分割多重方式を採用すると、各変調信号におけるパルス幅は $500n\text{秒}/100 = 5n\text{秒}$ となる。従って、かかる時分割多重方式の場合には、被検査試料のパターン情報として、毎秒 $2M \times 100$ 点の検査、即ち $200M$ 画素/秒のパターン検査が可能となる。

【0025】また、上記時分割多重方式に代えて、変調信号として、相互に同じ繰返し周期を有し、且つパルス幅の異なるパルス信号を採用することもできる。この場合にも、上記実施例と同様に変調信号を参照信号として信号の弁別処理が行われる。

【0026】図4は、図2の実施例における電子ビーム照射部分の構造詳細を示す断面図である。同図において、この実施例では、電子ビーム照射部分には、電子ビ

ーム供給手段を成す電子ビーム発生部11、三段レンズを成す集束電極121～123、及びこれら双方の間に変調電極21、22が配され、更に集束電極121～123の電子ビーム進行方向側に偏向電極31、32が配されている。

【0027】上記電子ビーム照射部分の構成において、電子ビーム発生部11、変調電極21、22、集束電極121～123、偏向電極31、32は、好適には、シリコン基板上に微細加工技術を採用して作り込まれる。かかる構造は、例えば、G.W.Jones, et al."Microstructure for particle beam control" J.Vac.Sci.Technol. p2023-2027, B6(6), Nov/Dec 1988に報告されている。

【0028】図4に示したように、集束電極は、3段の静電レンズ121、122、123を成して電子ビーム61、62の進行方向に順次配されている。静電レンズの前段電極121は、電子ビーム発生部11に対して高電位に設定され、電子ビーム発生部11の各電子エミッタ111、112から電子を引き出す引出電極を兼ねている。

【0029】静電レンズの後段電極123は、前段電極121と同電位に維持され、レンズの中央電極122はこれら双方の電極121、123と異なる電位に維持されており、3段の静電レンズ全体として、電子エミッタ111、112から放出され拡散し勝ちな電子を微小範囲の照射に適するよう電子ビームとして集束させる。

【0030】変調電極21、22は夫々、対応する各変調信号を介して電子ビーム61、62を変調する。この場合、各変調信号のパルス頂部において電子ビーム発生部と同電位となって電子ビームを通過させ、且つ、パルス底部においてこれよりも負電位となって静電レンズの前段電極121を電子ビーム発生部11から遮蔽して電子の放出を阻止することで、電子ビーム発生部11からの発生電子量を制御する。

【0031】偏向電極31、32には相互に同じ走査信号が与えられ、夫々のX及びY方向に対向する辺電極相互間に走査電圧が印加される。電子ビームがこの走査電圧に従って同時に同じ方向に偏向することで各照射領域における走査が同時に進行する。

【0032】この走査の様子を図8に斜視図として例示した。同図に示したように、集速電極の作用を介して照射領域101、102上で集速する電子ビーム61、62は、各対応する偏向電極により被試験試料の各照射領域101、102の照射面と平行に、矢印によって示した四方向に振られ、各照射領域101、102の全域を図示の如く走査する。

【0033】図5は、第二の実施例のパターン検査装置における電子ビーム照射部分の構造を示す断面図である。同図において、電子ビーム発生部は、図4の電子ビーム発生部とは異なり、一様な電子を放出する電子放出手段17と、微小なアーチャー(開口)181、182を各照射領域101、102に対応して備え該アーチャー181、182から夫々電子を導入する遮蔽板18とから構成される。

遮蔽板18と静電レンズの前段電極121との間には、導入された電子を加速するための加速電圧が印加される。その他の構成は、図4と同様である。

【0034】図6は、第三の実施例における電子ビーム照射部分の構造を示す断面図である。同図の実施例では、図4に示した如き、電子ビームを進行方向に変調する変調電極21、22に代えて、電子ビーム61、62を破線Aによって例示した如く、その進行方向と直交方向に偏向させる偏向変調電極23、24を備え、且つ、偏向させた電子ビームを阻止壁251、261において阻止する通過制御部25、26を備えている。その他の構成は図4と同様である。この実施例における各信号波形は、図3に示したものと同様であり、その説明を省略する。

【0035】図7は、電子ビーム走査手段として機械的走査手段を採用した第四の実施例のパターン検査装置における電子ビーム照射部分の斜視図である。同図の場合、機械的走査手段として、圧電振動子を介して固定部に保持されており、圧電振動子の作動を介して矢印で示したX及びY方向に移動可能に配された微小ステージ3を備える例である。

【0036】電子ビーム供給部1は、この微小ステージ3に固定支持されており、圧電振動子に印加される走査用信号電圧によって電子ビームの照射位置が制御される。なお、電子ビーム供給部1に代えて被検査試料10をこの微小ステージ3に支持する構成も採用できる。また、機械的走査手段がX方向のみの偏向を行い、電子ビームのY方向の偏向が静電偏向電極を介して行われる構成も可能である。

【0037】更に、上記実施例では、被検査試料10から反射する反射電子流を電子流検出手段によって検出する例を説明したが、その他に、被検査試料から生ずる二次電子の検出も可能であり、更には、被検査試料が薄膜マスク或いはX線マスク等の場合には、透過電子が同様に検出される。電子流検出手段は、例えばP-N接合のダイオード構造を有する单一の半導体として構成される。

【0038】本発明における電子ビームは、一の被検査試料に対して複数の照射領域毎に照射され、例えば先に例示したように100乃至はそれ以上の照射領域に対して電子ビームが並列に照射される。この電子ビームの配列

は一次元配列或いは二次元配列の何れでも良い。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のパターン検査装置によると、複数の照射領域を電子ビームによって同時に走査できるため高速な検査が可能であると共に、隣接する各照射領域相互間において各電子ビームによる信号干渉が生ずることもないので、S/N比の良好な形状信号が得られ、短時間で正確な検査が可能なパターン検査装置を提供できたという顕著な効果を奏する。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明の第一の実施例のパターン検査装置の模式図である。

【図3】図2の実施例における信号説明図で、(a)～(e)は各部の信号波形図である。

【図4】図2の実施例における電子ビーム照射部分の構造を示す断面図である。

【図5】第二の実施例における図4と同様な図である。

【図6】第三の実施例における図4と同様な図である。

20 【図7】第四の実施例における電子ビーム照射部分の斜視図である。

【図8】図2の実施例における作用を説明するための斜視図である。

【符号の説明】

1：電子ビーム供給手段

2：電子ビーム変調手段

3：電子ビーム走査手段

4：電子流検出手段

5：信号処理手段

30 10：被検査試料

11：電子ビーム発生部

111、112：電子エミッタ

12、121～123：集束電極

17：電子放出手段

18：遮蔽板

21、22：変調電極

31、32：偏向電極

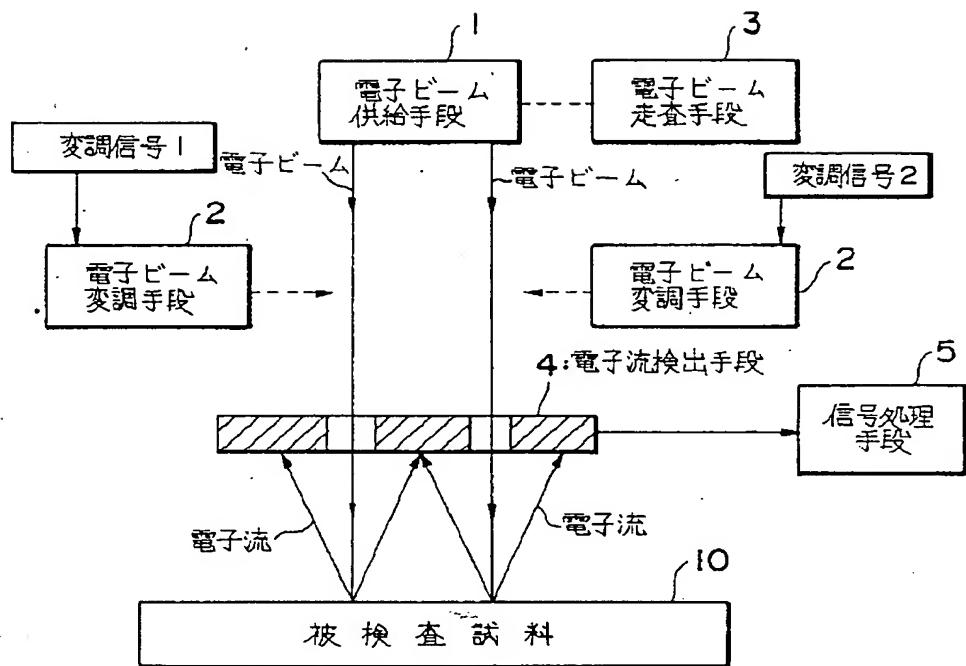
51：C P U

54：信号弁別部

40 55：画像処理部

【図1】

本発明の原理図



【図4】

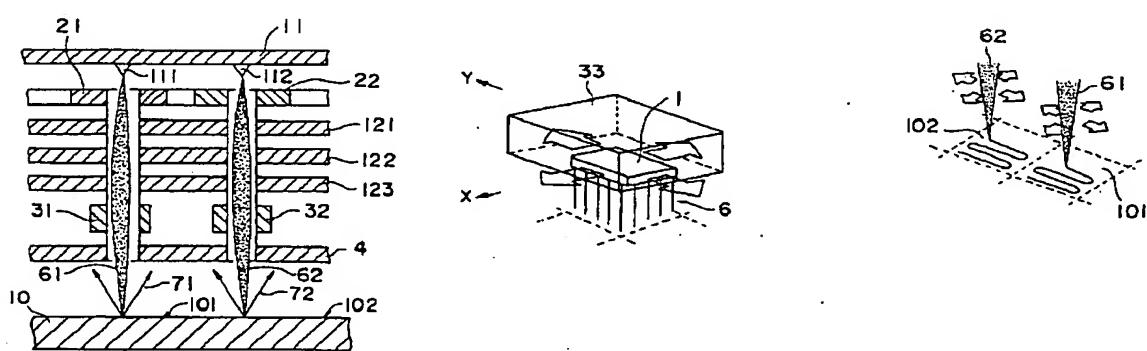
【図7】

【図8】

図2の実施例における電子ビーム照射部分の構造断面図

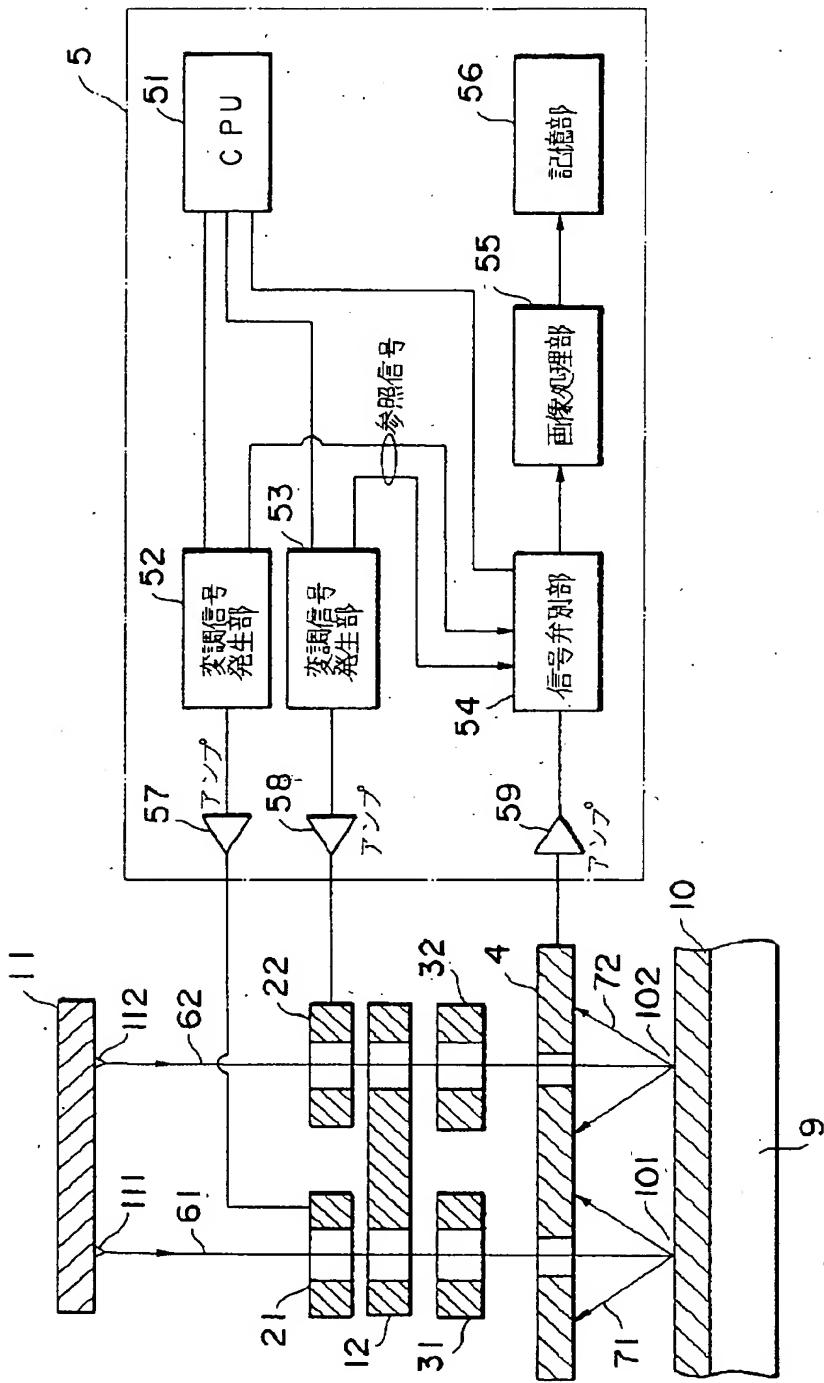
第四の実施例における電子ビーム照射部分の構造図

実施例のパターン検査装置における作用説明図



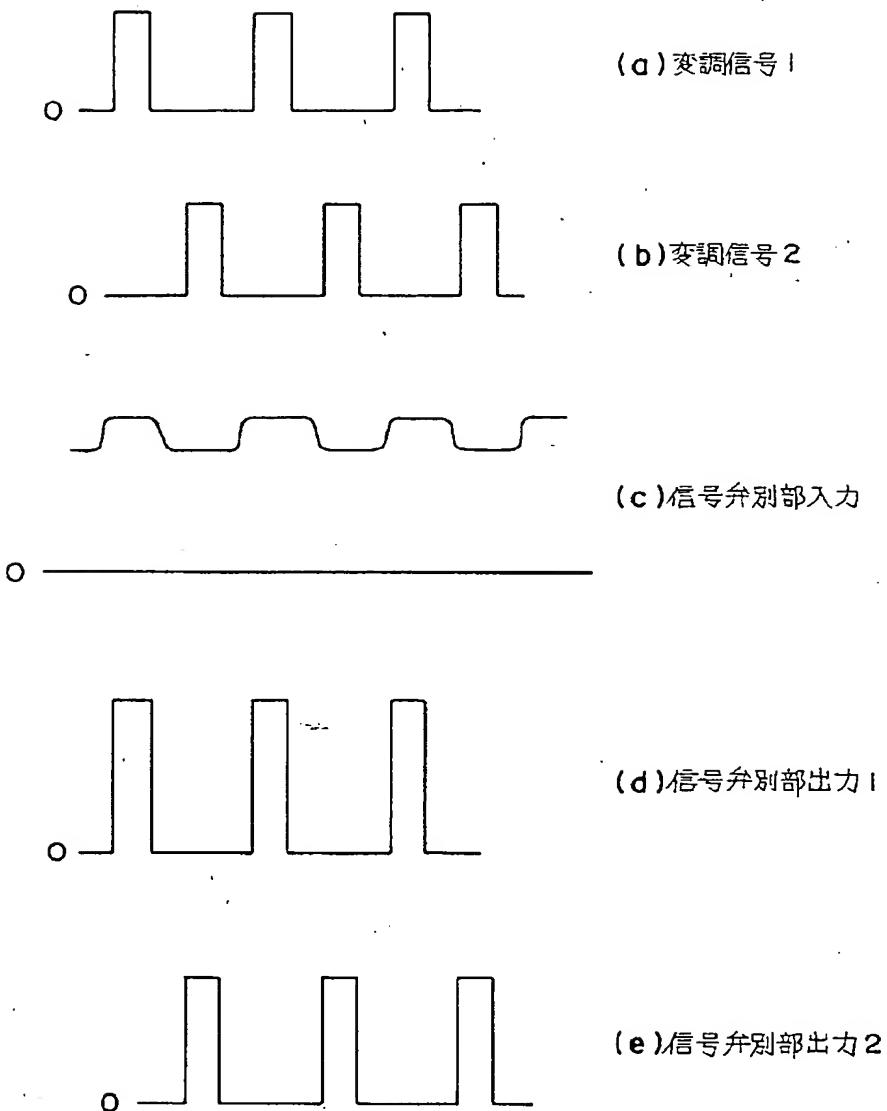
[図2]

本発明の第一の実施例のパターン検査装置の模式図



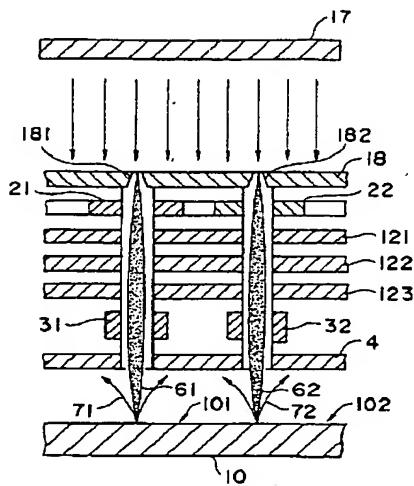
〔図3〕

図2の実施例における信号説明図



【図5】

第二の実施例に亘る電子ビーム照射部分の構造断面図



【図6】

第三の実施例に亘る電子ビーム照射部分の構造断面図

